



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11160887 A**(43) Date of publication of application: **18 . 06 . 99**

(51) Int. Cl. **G03F 7/20**
H01L 21/027

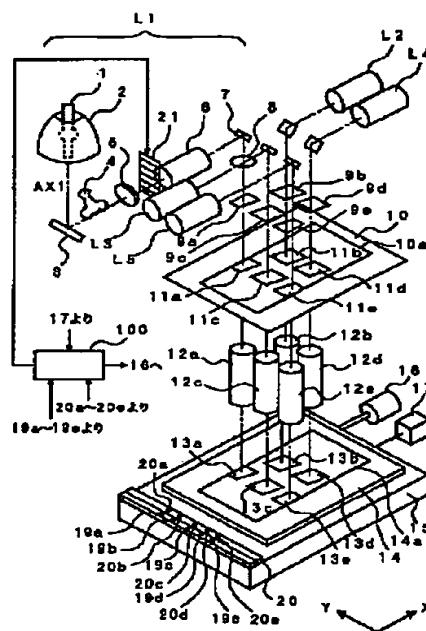
(21) Application number: **09337943**(71) Applicant: **NIKON CORP**(22) Date of filing: **21 . 11 . 97**(72) Inventor: **MORI SUSUMU**(54) **ALIGNER**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a scanning type aligner where the intensity of illuminating light by plural projection optical systems is uniformized on a substrate in the case of the scanning type one suitable for exposing the large-sized substrate of a liquid crystal display device or the like.

SOLUTION: The pattern 10a of a mask 10 is illuminated with the illuminating light having plural kinds of wavelength λ_1 and λ_2 , so that the image of the pattern 10a is exposed on a plate 14 by plural projection optical systems 12a to 12e. In such a case, the light intensity on plural kinds of wavelength λ_1 and λ_2 of the illuminating light on projection areas 13a to 13e is measured by illuminance sensors 19a to 19e and 20a to 20e. Based on the measured result, the intensity of the illuminating light on the projection areas 13a to 13e is controlled to be uniformized by using a density wedge filter 21.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-160887

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I		
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1	
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 6 C	
			5 1 6 D	
			5 1 8	

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 9 頁)

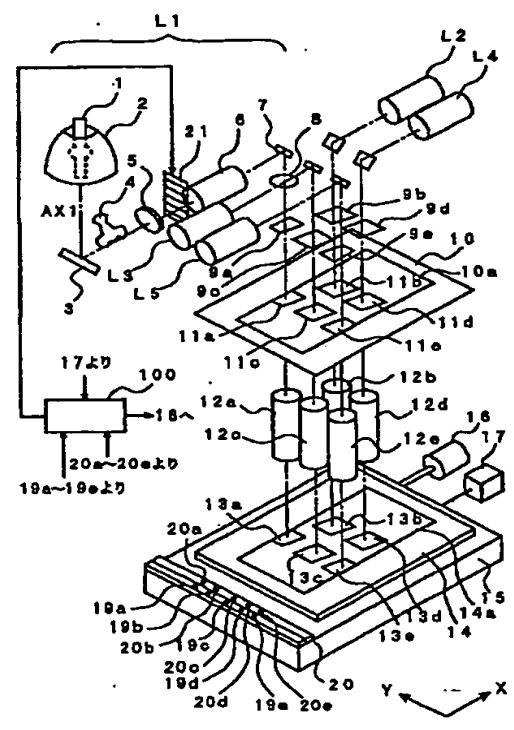
(21) 出願番号	特願平9-337943	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成9年(1997)11月21日	(72) 発明者	森 晋 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
		(74) 代理人	弁理士 森岡 正樹

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、液晶表示装置等の大型基板の露光に適した走査型露光装置に関し、複数の投影光学系による照明光の強度が基板上で均一化された走査型露光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 複数の波長 λ_1 、 λ_2 を有する照明光でマスク10のパターン10aを照明し、パターン10aの像を複数の投影光学系12a~12eによりプレート14に露光する露光装置において、投影領域13a~13eでの各照明光が有する複数の波長 λ_1 、 λ_2 の光強度をそれぞれ照度センサ19a~19e、20a~20eで計測し、計測結果に基づいて、濃度ウェッジフィルタ21を用いて投影領域13a~13eでの照明光の光強度が均一化されるよう制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の波長を有する照明光でパターンを有したマスクを照明し、前記パターンの像を基板に露光する露光装置において、

前記照明光の前記複数の波長毎の光強度を計測する光強度計測手段と、

前記光強度計測手段の計測結果に基づいて、前記照明光を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の露光装置において、前記マスクと前記基板との間に配設された複数の投影光学系を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 3】請求項 1 記載の露光装置において、前記光強度計測手段は、受光部を備えていることを特徴とする露光装置。

【請求項 4】請求項 3 記載の露光装置において、前記マスクと前記基板との間に配設された投影光学系を備え、

前記受光部は前記投影光学系の結像位置に配設されていることを特徴とする露光装置。

【請求項 5】請求項 3 または 4 に記載の露光装置において、

前記光強度計測手段は、前記照明光の前記複数の波長のそれぞれに対応する複数の波長選択素子を有し、前記受光部は、前記複数の波長選択素子を順次介して前記照明光を受光することを特徴とする露光装置。

【請求項 6】請求項 3 または 4 に記載の露光装置において、

前記光強度計測手段は、前記照明光の前記複数の波長のそれぞれに対応する複数の波長選択素子と、前記複数の波長選択素子のそれぞれを介して前記照明光を受光する複数の前記受光部とを有していることを特徴とする露光装置。

【請求項 7】請求項 6 記載の露光装置において、前記光強度計測手段は、前記照明光を入射して複数光路に分割する光路分割手段を有し、

前記複数の波長選択素子は、分割された前記複数光路上にそれぞれ設けられていることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置、半導体装置、あるいは薄膜磁気ヘッド等を製造する際のフォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置に関し、特に、液晶表示装置等の大型基板の露光に適した走査型露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶ディスプレイパネルは、その表示品質が近年著しく向上し、しかも薄型軽量である利点から CRT に代わり広く普及してきている。特にアクティブマトリクス方式の直視型液晶パネルでは大画面化が進

み、その製造に用いられるガラス基板も大型化している。

【0003】このような大型のガラス基板を露光するための露光装置としては、マスクと基板とを近接させて一括露光するいわゆるプロキシミティ方式、投影光学系として転写面積の大きな等倍、ないし拡大の屈折光学系を用いたステップ・アンド・リピート方式、および投影光学系を等倍の反射光学系とし、円弧状の照明光でマスクを照明してこのマスクの像を円弧状に基板上に形成すると共に、マスクと基板とを投影光学系に対して走査するミラープロジェクション方式がある。

【0004】また、等倍で正立実結像する小型の投影光学系を所定の方向に複数配列し、その配列方向とほぼ直交する方向にマスクと基板とを同期して走査させてパターンの像を転写する走査型露光装置も提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述の露光装置のうち、近年では、小型の投影光学系を複数配列して等倍正立像を投影する走査型露光装置が、露光精度やスループットの面で優れていることから大型ガラス基板の露光に広く用いられるようになってきている。この走査型露光装置のスループットをさらに向上させるため、走査露光時に基板に投影される像の光強度を高くしてマスクと基板の走査速度を速くすることにより、転写に要する時間を短縮させることが行われる。

【0006】投影像の光強度を高くするには、走査型露光装置の光源として用いられる超高圧水銀ランプを高出力のものに替えたり、あるいは光源はそのままである程度広い波長帯域で照明光を射出させたりすることが行われる。この場合、複数の波長域の光で照明する方法は高出力の水銀ランプを用いなくても済むのでコスト的に利点が大きく、要求されるパターン線幅がそれほど厳しくない場合には、通常この複数の波長域の光で照明する方法が用いられている。

【0007】ところが、複数の投影光学系を備えた走査型露光装置において、複数の投影光学系に対応する照明光学系毎に光源が設けられていたり、また個々の投影光学系や照明光学系の特性が、照明光の波長帯域で経時的に変化したりする場合には、基板に投影されるパターン像の光強度がそれぞれの投影光学系によって異なってしまうという問題が生じる。このため、各投影光学系で基板上に転写されるパターン像の露光量が、基板の走査方向に帯状に異なってしまうことになる。この状態で例えば、基板上に多数のスイッチング素子（例えば、TFT）がマトリクス状に形成されるアクティブマトリクス方式の液晶表示装置を製造しようとする、形成された表示パネル上のスイッチング素子の素子特性が帯状に異なってしまうという不都合を生じてしまう。

【0008】本発明の目的は、照明光の強度が基板上で均一化された露光装置を提供することにある。さらに本

発明の目的は、複数の投影光学系を用いた走査型露光装置において、それぞれの投影光学系による照明光の強度が基板上で均一化された走査型露光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の実施形態を表す図1乃至図7に対応付けて説明すると上記目的は、複数の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)を有する照明光でパターン(10a)を有したマスク(10)を照明し、パターン(10a)の像を基板(14)に露光する露光装置において、照明光の複数の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)毎の光強度を計測する光強度計測手段(19、20、22、23、24)と、光強度計測手段(19、20、22、23、24)の計測結果に基づいて、照明光を制御する制御手段(21、100)とを備えたことを特徴とする露光装置によって達成される。

【0010】このように本発明では、複数の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)を有する照明光の光強度を複数の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)毎に計測して照明光の制御を行うようにしているので、照明光の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)毎の強度特性が異なっていたり、経時的に強度特性が変化した場合でも、基板(14)上に転写される転写像の強度を露光領域全体に渡って一定に保つことができるようになる。制御手段(21、100)では、複数の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)毎に計測した照明光の光強度の計測結果と基板(14)上に塗布された感光剤(レジスト)の感度特性とに基づいて照明光の光強度を制御する。

【0011】上記露光装置は、マスク(10)と基板(14)との間に配設された複数の投影光学系(12a~12e)を備えていてもよい。つまり、等倍で正立実結像する小型の投影光学系(12a~12e)を所定の方向に複数配列し、その配列方向とほぼ直交する方向にマスク(10)と基板(14)とを同期して走査させてパターン(10a)の像を転写する走査型露光装置に本発明を適用することができる。

【0012】また、光強度計測手段(19、20、22、23、24)は受光部(19、20)を備えており、当該受光部(19、20)は、マスク(10)と基板(14)との間に配設された投影光学系(12a~12e)の結像位置に配設されていることを特徴とする。

【0013】また、光強度計測手段(19、20、22、23、24)は、照明光の複数の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)のそれぞれに対応する複数の波長選択素子(22、23)を有し、受光部(24)は、複数の波長選択素子(22、23)を順次介して照明光を受光することの特徴とする。こうすることにより、複数の波長選択素子(22、23)によって各波長帯毎に分離された光を1つの受光部(24)で受光でき、受光部(24)の数を少なくして各波長帯毎の光強度をそれぞれ計測することができるようになる。

【0014】あるいは、光強度計測手段(19、20、22、23、24)として、照明光の複数の波長($\lambda 1$ 、 $\lambda 2$)のそれぞれに対応する複数の波長選択素子(22、23)と、複数の波長選択素子(22、23)のそれぞれを介して照明光を受光する複数の受光部(19、20)とを有するように構成してもよい。また、照明光を入射して複数光路に分割する光路分割手段(25)を設け、複数の波長選択素子(22、23)が、分割された複数光路上にそれぞれ設けられているようにしてもよい。このようにしても、複数の波長選択素子(22、23)によって各波長帯毎に分離された光を各受光部(24a1、24a2)で受光することができるので、照明光の各波長帯毎の光強度を計測することができるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態による露光装置を図1乃至図7を用いて説明する。本実施の形態による露光装置は、等倍で正立実結像する小型の投影光学系を所定の方向に複数配列し、その配列方向とほぼ直交する方向にマスクと基板とを同期して走査させてパターン(10a)の像を転写する走査型露光装置である。まず、本実施の形態による露光装置の概略の構成を図1に示す斜視図を用いて説明する。図1では、マスクと基板とが同期して走査する方向をX軸、それと直交する方向をY軸とし、X-Y軸で構成される平面に垂直方向にZ軸を取るものとする。

【0016】図1において、超高圧水銀ランプ等の光源1から射出した光束は、楕円鏡2で反射された後に光軸AX1に沿ってダイクロイックミラー3に入射する。このダイクロイックミラー3は露光に必要な波長の光束を反射させ、それ以外の波長の光束を透過させる。ダイクロイックミラー3での反射光の光路上には、光路上の光を透過させ、あるいは遮光するように進退可能に配置されたシャッター4が設けられている。このシャッター4を開閉させることにより、ダイクロイックミラー3で反射した照明光束を、投影光学系12a側へ射出させたり遮光したりすることができる。シャッター4が開放されることによって、照明光束は波長選択フィルター5を透過して、投影光学系12aによる投影露光に適した所定の複数の波長の照明光束となる。本実施の形態においては、超高圧水銀ランプのh線とi線とからなる照明光束が波長選択フィルター5から射出するものとする。

【0017】波長選択フィルター5を透過した照明光は、その光強度を調整するための濃度ウェッジフィルター21を透過する。濃度ウェッジフィルター21は、透過光の透過率を連続的に変化させることができるようになっている。なお、濃度ウェッジフィルター21の代わりに偏光素子などを用いることもできる。

【0018】また、一般にこの照明光束の光強度分布は、光軸近傍が最も高く周辺領域で徐々に低下するガウ

ス分布状となっているため、少なくとも投影光学系12aの投影領域13a内では光強度分布が均一になる必要がある。このため、フライアイレンズ6とコンデンサーレンズ8とが設けられ、これらの光学系を透過させることによって照明光束の光強度分布の均一化が行われる。コンデンサーレンズ8を透過した照明光はミラー7によりほぼ直角に折り曲げられる。

【0019】ミラー7で反射した照明光束は、視野絞り9aを介してマスク10のパターン形成面10a上に照射される。なお、本実施の形態では、マスク10のパターンとして液晶表示素子用のパターンが形成されている。この視野絞り9aは感光基板（レジストが塗布された約500mm×600mmの角形のガラス・プレートであり、以下、プレートという）14上の投影領域13aを規定する開口を有している。なお、視野絞り9aとマスク10との間にレンズ系を設けて視野絞り9aとマスク10のパターン形成面10aとプレート14の投影面とが互いに共役になるようにしてもよい。

【0020】以上は、本走査型露光装置の複数の投影光学系12a～12eのうち、投影光学系12aおよびそれに関する照明系および投影領域13aの説明であるが、他の投影光学系12b～12eおよびそれに関する照明系および投影領域13b～13eも同様の構成である。従って、それらの説明は省略するものとし、また、光源1から視野絞り9aまでの構成を投影光学系12aに対する照明光学系L1とし、同様に光源から視野絞り9b～9eまでの構成を、投影光学系12b～12eに対する照明光学系L2～L5として詳細な図示は省略するものとする。

【0021】複数の照明光学系L1～L5のそれぞれから射出された照明光束はマスク10上の異なる小領域（照明領域）11a～11eをそれぞれ照明する。マスク10を透過した複数の照明光束は、それぞれ異なる投影光学系12a～12eに入射してマスク10の照明領域11a～11eのパターン像を投影領域13a～13eに結像する。これら投影光学系12a～12eはいずれも正立等倍実結像系である。

【0022】プレート14はプレートステージ15に載置されている。プレートステージ15は1次元の走査露光を行うべく走査方向（X方向）に長いストロークを有する駆動装置16を備えている。さらに、走査方向について高分解能および高精度の、例えばレーザ干渉計から構成される位置測定装置17が設けられている。なお、マスク10は不図示のマスクステージにより支持され、このマスクステージも図示は省略しているがプレートステージ15と同様に、駆動装置とステージの走査方向の位置を検出する位置測定装置とを有している。

【0023】ここで、図2を用いてプレートステージ15に載置されたプレート14上の投影領域13a～13eについて説明する。図2は、Z軸方向からプレート1

4をみた平面図である。プレート14上の投影領域13a～13eは、Y方向に沿って、隣合う投影領域同士、例えば、投影領域13a、13b、あるいは投影領域13b、13cが、X方向に所定量ずれて位置し、且つ当該隣合う投影領域のY方向端部同士がY方向に所定量重複するように配置されている。従って、複数の投影光学系12a～12eも各投影領域13a～13eの配置に応じてX方向に所定量変位するとともにY方向に重複して配置されている。また、複数の照明光学系L1～L5の配置は、マスク10上の照明領域が投影領域13a～13eと同様の配置となるように配置されている。従って、マスク10とプレート14とを同期して投影光学系12a～12eに対してX方向に走査することにより、マスク10上のパターン領域10aの全面をプレート14上の露光領域14aに転写することができるようになっている。

【0024】また、図1および図2に示すように、プレートステージ15上にはプレート14の投影面とほぼ同一面内に受光面を有し、Y方向の位置がそれぞれ投影領域13a～13e内のほぼ中央領域と一致するようにY方向に1列に配置された照度センサ19a～19eが設けられており、これら照度センサ19a～19eからX方向に所定量ずれて配置され、同様に投影面とほぼ同一面内に受光面を有する照度センサ20a～20eが設けられている。プレートステージ15をX方向に移動させることにより、これら照度センサ19a～19e、照度センサ20a～20eをそれぞれ投影光学系12a～12eの投影領域13a～13e内に位置させることにより、対応する照明光学系L1～L5および投影光学系12a～12eを介してプレート14上に照射される照明光束の光強度を検出できるようになっている。

【0025】また、照度センサ19a～19eと、照度センサ20a～20eとは、異なる波長感度に設定されており、本実施の形態では、照度センサ19a～19eはh線の光強度を、照度センサ20a～20eはi線の光強度を検出できるように調整されている。そのため、図示は省略したが、照度センサ19a～19eの各受光面には、入射する照明光のうち、h線の光を通過させる波長選択フィルタが設けられ、照度センサ20a～20eの各受光面には、入射する照明光のうち、i線の光を通過させる波長選択フィルタが設けられている。

【0026】本実施の形態による露光装置では、マスクステージ（図示せず）およびプレートステージ15の走査方向（X方向）に対して直交する方向（Y方向）に沿って複数の投影光学系12a～12eを配置する構成であるため、投影光学系12a～12eそれぞれの投影像は正立像である必要がある。また、マスク10とプレート14との移動精度を高くしたり、移動方向が異なることによる装置の大型化を防止させる等の目的で、マスク10とプレート14とを一体的に移動させるようにして

いる。従って本走査型露光装置では、マスク10とプレート14とを投影光学系12a~12eに対して同方向に同一量、相対的に走査させるように投影光学系12a~12eは正立等倍実結像系になっている。制御装置100は、露光装置全体を制御するものであり、特に本実施の形態においては照度センサ19a~19e、20a~20eからの出力を受けて濃度ウェッジフィルター21を制御して、投影光学系12a~12eで投影される照明光の光強度を調節している。

【0027】次に本実施の形態による露光装置の制御装置100による露光動作の概要について説明する。アクティブマトリクス方式の液晶パネルのパネル表面に配置される多数のスイッチング素子は、複数の回路パターン層を積層して形成されるので、各層のパターンを正確に位置合わせして重ね合わせ露光する必要がある。このため、不図示のアライメント光学系を用いて、既にプレート14上に形成された回路パターン層と、マスクステージ上のマスク10のパターンとの位置合わせが行われる。この位置合わせが行われた後、マスク10とプレート14とを同期して同速度で投影光学系12a~12eに対してX方向に走査することにより露光が行われる。このとき、図2に示す距離Lx、Lyで示す露光領域14a内で同一の露光条件（均一な露光量）を得るために、X方向の走査範囲のうち、Lx間は等速度で走査されるようにマスクステージおよびプレートステージ15の駆動が制御される。この露光中の走査速度をv (cm/s)、各投影領域13a~13eを照明する各照明光の光強度をPa~Pe (W/cm²)、各投影領域13a~13eのX方向の幅をw (cm) とすると、各投影領域13a~13eで得られる露光量Da~De (J/cm²) は、

【0028】

$$D\alpha = P\alpha w / v \quad \dots (1)$$

(但し、 α はa~eのいずれかである。)

【0029】で与えられる。この式(1)に、プレート14に塗布された感光剤の照射光に対する感度特性に基づいて必要露光量Drを代入することにより、制御装置100は、照明光の光強度および露光中の走査速度を決定する。

【0030】ところが、図1の走査型露光装置では複数の照明光学系L1~L5および投影光学系12a~12eを用いており、例えば光源の輝度のばらつきや、照明光学系L1~L5および投影光学系12a~12eで用いられている複数の光学素子の透過率の相違等により、これらの光学系を介してプレート14上の各投影領域13a~13eに照射される各照明光の光強度Pa~Peが均一にならない可能性がある。

【0031】ここで、各投影領域13a~13eに照射される各照明光の光強度Pa~Peが均一にならない場合の例を図3を用いて説明する。図3は、異なる2つの

超高圧水銀ランプA、Bから射出された照明光に含まれる複数のスペクトルの相対強度の比較を示しており、横軸に光の波長 λ をとり、縦軸に相対光強度Iをとったものである。例えば図3における波長 λ_1 がi線、波長 λ_2 がh線であるとした場合、図3は、実線で示す超高圧水銀ランプAからの照明光が有するi線、h線の波長の光強度特性に対して、破線で示す超高圧水銀ランプBからの照明光が有するi線、h線の波長の光強度特性が異なっていることを示している。この図3に示すように一般的に超高圧水銀ランプ毎にその照明光はそれぞれ波長毎に異なる光強度特性を有している。また、この照明光の光強度特性は、1台の超高圧水銀ランプを一定期間使用する際の経時的変化として現れてくることもある。

【0032】ところで、照明光として複数の波長域の光を用いる場合には、プレート14上に塗布された感光材料の照射光の波長に対する感度特性にも留意する必要がある。ここで図4を用いてプレート14上に塗布された感光材料の照射光に対する感度特性について説明する。図4は、横軸に感光材料に照射される光の波長 λ をとり、縦軸に相対感度Rをとったものである。図4に示すようにプレート14上に塗布される感光材料は、一般的に照射される光の波長に依存した感度特性を有しており、例えば図4に示す感度特性の感光材料のように、i線とh線とが同一の光強度で照射されてもそれらに対する感光の感度は異なっている。

【0033】従って、プレート14の投影領域13a~13eの感光剤を均一に感光させるのに最適な露光量Da~Deは、上述から明らかなように照明光の波長毎の光強度と、当該波長毎の感光剤の感度特性とを考慮しなければ求めることができない。例えば、プレートステージ15上の照度センサ19a~19eの受光面に設けられたh線の光を透過させる波長選択フィルタを取り外して、h線とi線とを共に含む光強度Pa~Peの照明光を単に照度センサ19a~19eで受光させて各光強度Pa~Peを計測したとしても、各光強度Pa~Peに含まれる各波長毎の光強度を求めることはできないので、プレート14の投影領域13a~13eの感光剤を均一に感光させるのに最適な露光量Da~Deは求めることができない。このように、プレート14上に転写されるパターン像の均一性を保つためには、これらの露光量Da~Deを同一にする必要があるが、従来では、投影領域13a~13eのそれぞれで波長特性が固定された一つの照度センサだけで照明光の全光強度Pa~Peを受光してしまうので、投影領域13a~13eでの露光量Da~Deを正確に測定することはできなかった。

【0034】そこで、本実施の形態による露光装置の制御装置100では、照度センサ19a~19e、20a~20eの出力に基づいて、図3で示した上述の超高圧水銀ランプからの照明光の波長毎の光強度特性を考慮して、照明光学系L1~L5から投影光学系12a~12

eを介して投影領域13a~13eに投影される照明光の各光強度 $P\alpha$ を、i線の光強度 $I(\lambda 1\alpha)$ とh線の光強度 $I(\lambda 2\alpha)$ とに分けて計測するようにしている。

【0035】また、プレート14上に塗布された感光材料の照射光の波長に対する感度特性は同一プレート上ではその位置に係わらず一定と考えられるので、定数と見なすことができる。また、図4に示したような感光材料

$$D\alpha = [I(\lambda 1\alpha) \times S(\lambda 1) + I(\lambda 2\alpha) \times S(\lambda 2)] \times w/v \quad \dots (3)$$

【0037】と表現される。この式(3)は、式(2)における照明光の光強度 $P\alpha$ を、投影領域13a~13eを照明する照明光の波長毎の光強度特性とプレート14上の感光材料の照射光の波長毎の感度特性とを考慮してより厳密に表したものである。

【0038】なお図5に示すように、投影領域13a~13eの照明光の光強度を測定する照度センサ19a~19eと照度センサ19a~19e20a~20eとは、波長帯域によらずほぼ同一の感度特性を有するように調整されている。この図5に示すような狭帯域での感度特性は、照度センサ19a~19e、20a~20eの受光面に設けられた波長選択フィルタで実現することができる。

【0039】さて、以上のように構成された照度センサ19a~19e、20a~20eにより投影領域13a~13eに投影された照明光の光強度を測定する。測定に際しては、照度センサ19a~19eと照度センサ20a~20eが、なるべく投影領域13a~13e内の同一領域の光強度を測定できることが好ましい。そこで、投影領域13a~13e内の所定位置で例えば照度センサ19a~19eの測定が終了したら、照度センサ20a~20eが照度センサ19a~19eと同一の測定領域に位置するようにプレートステージ15をX方向に所定量移動させる。このようにして、光強度 $I(\lambda 1a) \sim I(\lambda 1e)$ 、および光強度 $I(\lambda 2a) \sim I(\lambda 2e)$ の測定が行われる。以上により制御装置100は、光強度 $Pa \sim Pe$ に対応する、 $[I(\lambda 1a) \times S(\lambda 1) + I(\lambda 2a) \times S(\lambda 2)] \sim [I(\lambda 1e) \times S(\lambda 1) + I(\lambda 2e) \times S(\lambda 2)]$ を求めることができる。

【0040】ここで、露光量 $Da \sim De$ を一定にするには光強度 $Pa \sim Pe$ を一定にすればよく、図1を用いて説明した濃度ウェッジフィルタ21により透過光の光強度を調整して光強度 $Pa \sim Pe$ を一定にすることができる。各照明光学系 $L1 \sim L5$ の濃度ウェッジフィルタ21の透過率を $Ta \sim Te$ とすると、例えば、光強度 Pa は、

$$Pa = [I(\lambda 1a) \times S(\lambda 1) + I(\lambda 2a) \times S(\lambda 2)] \times Ta$$

【0042】と表される。各濃度ウェッジフィルタ2

の波長に対する感度特性 R は、予め測定により、または感光材料の仕様書等から得ることができるので、当該感光材料のi線の光に対する感度を $S(\lambda 1)$ 、h線の光に対する感度を $S(\lambda 2)$ として予め求めておくものとする。以上から、プレート14上の投影領域13a~13eを照明する照明光により与えられる露光量 $Da \sim De$ は、

【0036】

1の透過率 $Ta \sim Te$ を制御することにより、例えば光強度 Pa を基準とし、 $Pa = Pb = Pc = Pd = Pe$ となるように透過率 $Tb \sim Te$ を制御することにより、各露光量 $Da \sim De$ を、 $Da = Db = Dc = Dd = De$ とすることができるようになり、プレート14全面に渡り均一な転写像を得ることができるようになる。

【0043】このように、本実施の形態によれば、それぞれの投影光学系12a~12eによって投影される照明光の光強度を、単一の固定された感度を有する照度センサで計測するのではなく、それぞれ異なった波長帯域に対して感度を有する複数の照度センサで計測することにより、各投影光学系12a~12eに入射する照明光の波長帯域毎の光強度特性が異なっていたり、経時的に変化したりした場合でも、プレート14上に塗布されたレジスト等の感光材料の感度を勘案し、投影光学系12a~12eで投影される照明光の光強度を濃度ウェッジフィルタ21を用いて制御することができるので、プレート14上に転写される転写像の光強度をプレート14全面に渡り一定に保つことができるようになる。なお、光源1が複数の照明光学系 $L1 \sim L5$ に対応して複数設けられている場合には、濃度ウェッジフィルタ21に代えてそれぞれの光源1の出力を制御してもよい。また、本実施の形態では、制御装置100を用いて照明光の光強度を制御したが、例えば、調整段階などではマニュアルにより照明光の光強度を制御できることはいうまでもない。

【0044】本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態においては、投影領域13a~13eの照明光の光強度を計測するために照度センサ19a~19eと照度センサ20a~20eを所定の位置に配置して、それぞれのセンサの受光面に所定の波長選択フィルタ(図示せず)を設けるようにしているが、本発明はこれに限らず、例えば、図6に示すような構成をとることもできる。図6は、上記実施の形態の変形例としての投影領域13a~13eの照明光の光強度の計測系を示しており、プレートステージ15をX-Z面で切った部分断面図を示している。なお、図6では投影領域13aに対応する測定系のみを示し、他の測定系はY方向に所定間隔で配列されて同様の構成および機構を有するので、投影領域13aに対応す

る測定系のみ説明し、他の投影領域に対応する測定系の説明は省略するものとする。

【0045】図6において、照明光のうち波長 λ_1 の光を透過する波長選択フィルタ22aと、波長 λ_2 の光を透過する波長選択フィルタ23aが、例えばX方向に交互にスライド可能に設けられている。まず、照明光が入射する開口部に例えば波長選択フィルタ22aが配置され、その下方に照度センサ24aが位置しており、波長選択フィルタ23aは待避しているものとする。照明光の光強度を計測する際には、プレートステージ15を移動させて、波長選択フィルタ22aおよびその下方の照度センサ24aを投影領域13a内の所定位置まで移動させる。波長選択フィルタ22aを通過した照明光の光強度を照度センサ24aで計測したら、波長選択フィルタ22aを待避させ、代わりに波長選択フィルタ23aをスライドさせて開口部に配置する。次に波長選択フィルタ23aを通過した照明光の光強度を照度センサ24aで計測する。

【0046】このように、1つの照度センサ24aで2つの波長選択フィルタ22a、23aを順次切り替えて照明光を受光することができるので、全体として照度センサの数を減らすことができるようになる。特に、多数の波長選択フィルタを用いるような場合には、各波長帯毎に分離された光を1つの照度センサで受光できるので、照度センサの数を少なくできるコスト的な効果が大きい。また、上記実施の形態では、照明光を受光する際に照度センサ19a、20aそれぞれに対応させてプレートステージ15を走査させる必要があったが、本変形例では波長選択フィルタ22a、23aを切り替えるだけで済むので、計測中にプレートステージ15を移動させずに固定しておくことができ、より計測が容易になるという利点も有している。

【0047】また投影領域13a~13eの照明光の光強度の計測するための別の変形例として、図7に示すような測定系を用いることもできる。図7もプレートステージ15をX-Z面で切った部分断面図を示している。図7では投影領域13aに対応する測定系のみを示している。他の測定系はY方向に所定間隔で配列されて同様の構成および機構を有するので、投影領域13aに対応する測定系のみ説明し、他の投影領域に対応する測定系の説明は省略する。

【0048】図7において、入射した照明光を複数光路（この例では2つ）に分割する光ファイバ25aの複数の出射端部に、照明光のうち波長 λ_1 の光を透過する波長選択フィルタ22aと、波長 λ_2 の光を透過する波長選択フィルタ23aがそれぞれ配置されている。光ファイバ25aの照明光の入射端部はプレートステージ15面の開口部に固定されている。波長選択フィルタ22aを透過した光は照度センサ24a1で受光され、波長選択フィルタ23aを透過した光は照度センサ24a2で

受光されるようになっている。

【0049】照明光の光強度を計測する際には、プレートステージ15を移動させて、光ファイバ25aの入射端部を投影領域13aの所定位置まで移動させる。光ファイバ25aの入射端部から入射した照明光は、光ファイバ25a内で2つに分岐されて、一方の照明光は波長選択フィルタ22aを通過して照度センサ24a1で受光され、他方の照明光は波長選択フィルタ23aを通過して照度センサ24a2で受光される。このように、1つの入射端部から入射した照明光を光ファイバ25aで2つに分岐させて同時に波長 λ_1 、 λ_2 の光の光強度を計測できるので、照明光を受光する際にプレートステージ15を走査させる必要がないという利点を有している。

【0050】また、上記実施の形態では、プレートステージ15に投影領域13a~13eの照明光の光強度の計測系を構成したが、例えば、照明光学系L1~L5の途中で光強度を測定するようにしてもよい。例えば、照明光を折り曲げるためのミラー7をハーフミラーにし、ハーフミラーを透過した光をプレート14上と共役な面に設けた計測系で計測するようにしてもよい。この場合の計測系は、図6および図7で示した変形例の構成と同様の構成を用いることができるのはもちろんである。

【0051】また例えば、上記実施の形態においては、走査型露光装置に本発明を適用したが、本発明はこれに限られず、レチクルの回路パターン全体を一度に投影し得るイメージフィールドを持つ投影光学系を介してウェハをステップ・アンド・リピート方式で露光する投影露光装置や、レチクルを1次元に走査しつつ、ウェハをそれと同期した速度で1次元に走査させる、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置にも本発明を適用することができる。さらに、露光波長は、複数の波長を用いるものであればどのような波長にも適用することができる。

【0052】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、照明光の光強度を基板上で均一化させた露光装置を実現でき、特に、複数の投影光学系を用いた走査型露光装置において、それぞれの投影光学系による照明光の光強度を基板上で均一化させることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による露光装置の概略の構成を示す図である。

【図2】本発明の一実施の形態による露光装置のプレート上での投影領域の概略の構成を示す図である。

【図3】光源のスペクトル分布を示す図である。

【図4】感光材料のスペクトル分布を示す図である。

【図5】本発明の一実施の形態で用いる照度センサの感度分布を示す図である。

【図6】本発明の一実施の形態による露光装置における

投影領域13a~13eの照明光の光強度の計測系の変形例を示す図である。

【図7】本発明の一実施の形態による露光装置における投影領域13a~13eの照明光の光強度の計測系の他の変形例を示す図である。

【符号の説明】

L1~L5 照明光学系

9 視野絞り

10 マスク

11a~11e 照明領域

12a~12e 投影光学系

13a~13e 投影領域

14 プレート

15 プレートステージ

16 駆動装置

17 位置計測装置

19、20 照度センサ

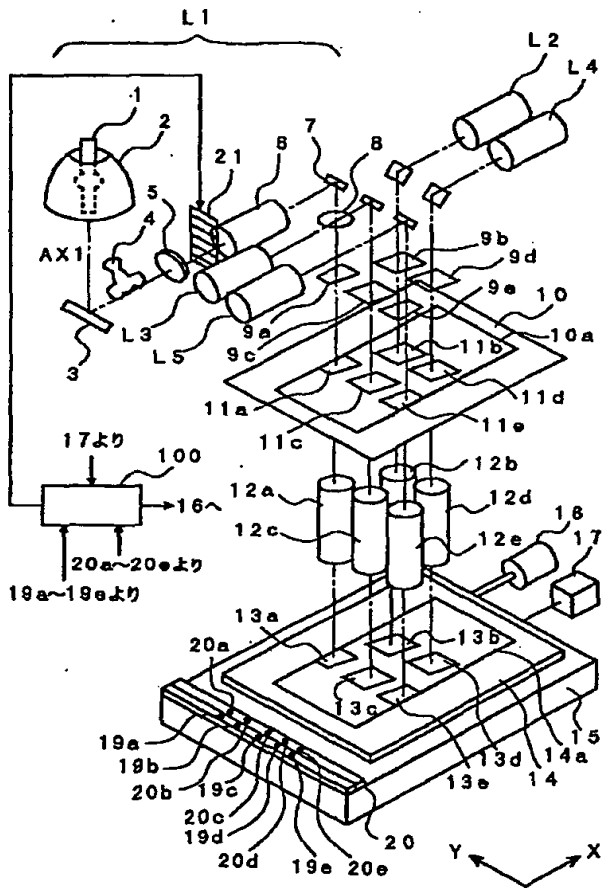
21 濃度ウェッジフィルタ

22a~22e、23a~23e 照度センサ

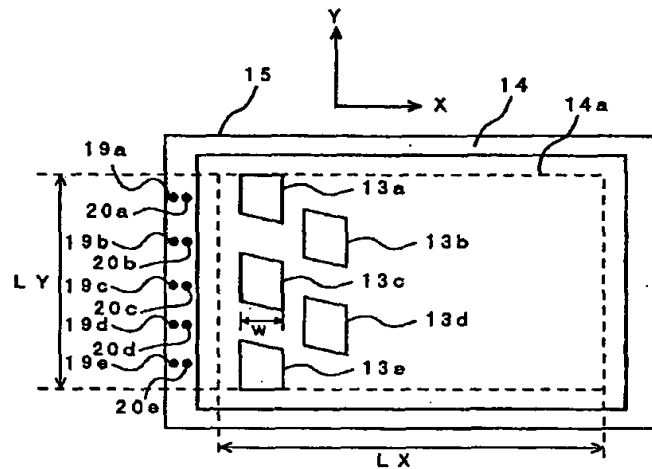
25a~25e 光ファイバ

100 制御装置

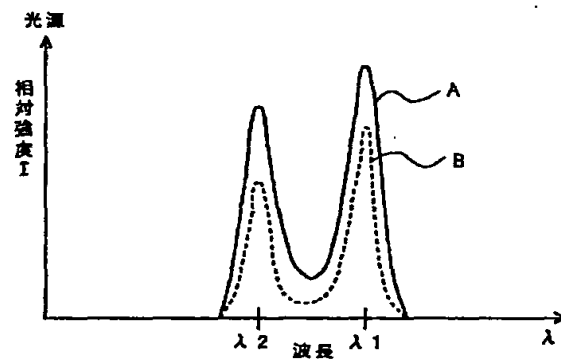
【図1】



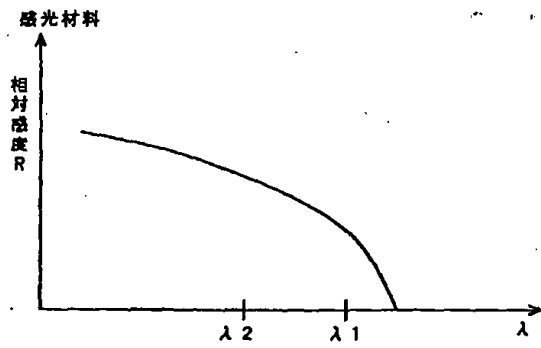
【図2】



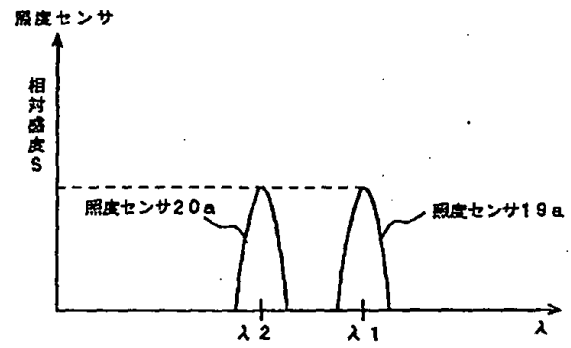
【図3】



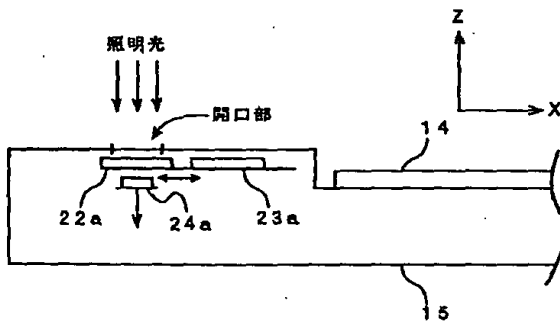
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

